OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	セルフチューニング極配置制御系の設計
Author(s)	山本, 透
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3075304
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　山本（やまもと）　透（とおる）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　11193　号

学位授与年月日　平成6年3月16日

学位授与の要件　学位規則第4条第2項該当

学位論文名　**セルフチューニング極配置制御系の設計**

論文審査委員　（主査）教　授　坂和　愛幸

（副査）教　授　須田　信英　　教　授　田村　坦之

論文内容の要旨

実在プラントの中には，特性を前もって正確に把握することが困難なもの，あるいは特性が環境条件とか動作条件に応じて変動するようなものが多く存在する。この問題を軽減するための一手法として，適応制御があげられる。適応制御は，制御対象の不確かさを時々刻々推定し，これに基づいて制御系の制御パラメータを逐次調整する手法であり，自動制御をさらに進めた“高度自動化”手法として捉えることができる。本論文では，制御系の安定性や性質が，閉ループ伝達関数の極の位置に大きく依存していることを考慮して，極配置法の観点から適応制御の一手法であるセルフチューニングコントローラの設計方法について考察を行った。ここでは，確率外乱と確定外乱が付加された離散時間系を対象とし，ステップ状の目標値に対して追従性を保証する方法を提案している。本論文は，以下に示す3つの部分から構成されている。

まず第2章では，制御系に内部モデルを挿入し確定外乱を除去した上で，目標値応答を改善する方法を示した。本手法では，ステップ状外乱あるいは周期が既知の正弦波状外乱が付加されたシステムを取り扱うことができる。また，極配置制御系を間接型セルフチューニングコントローラに拡張する際のパラメータ調整則として，確定外乱の影響を軽減することが可能な手法について考察し，数値計算結果からその有効性を検証した。さらに，そこでは間接型セルフチューニング制御系の漸近的性質について考察した。なお，第2章での設計手法は，第3章および第4章の設計手法の基本となっている。

次に，第2章での考察によると内部モデルの挿入により，確率外乱の分散が増幅されることから，第3章では最小分散制御の立場からセルフチューニング極配置制御系を設計する手法について考察した。つまり，2次評価規範の最小化に基づいて制御則を導き，この制御則に含まれるコントロールパラメータを極配置の観点から設計する方法を示した。

さらに，第4章では，制御器をPID制御器に限定し，これに含まれるPIDゲインを極配置の観点から設計する方法を提案した。ここでは，制御パラメータが3個しかないことから，制御対象を2次系もしくは1次系に限定して考察した。4．2節では第2章での設計法をもとに，セルフチューニングPID制御の基本設計について考察し，数値計算において従来の固定ゲインによるPID制御法との比較から，本手法の有効性を示した。PID制御系を設計するにあたっては，離散時間系のむだ時間の取扱いが重要な問題となる。そこで，4．3節および4．4節では，むだ時間を有する離散時間システムに対するセルフチューニングPID制御手法を提案した。4．3節では，制御対象に前置補

償器を挿入した拡大系に対してセルフチューニングPID制御系を設計する方法について考案した。本手法は，スミス型むだ時間補償器のように，むだ時間補償器において制御対象との極零相殺を必要としないことから，システム変動に対してロバスト性をもつ。4．4節では，PID制御系に新たに目標値ゲインを挿入し，むだ時間が存在するシステムに対しても，高々4個の制御パラメータで制御できる方法について考察した。本手法では，過渡状態において4個のパラメータの大きさが変動し，これにより，むだ時間を有するシステムに対しても任意の極配置が可能となる。最後に，4．5節では，実際の化学プラントであるポリスチレン重合反応器の温度制御問題に，本論文で考察したセルフチューニングPID制御アルゴリズムを適用し，数値計算結果からその有効性について考察した。本プロセスは，制御系が2つのPID制御器のカスケード結合として与えられていること，また，反応温度系にかなり大きなむだ時間が存在するということもあって，これまでPIDゲインの調整は，極めて難しい問題とされていた。しかし，本論文で考察した手法により，過渡特性および定常特性とも良好な制御結果を得ることができた。

論文審査の結果の要旨

制御対象のパラメータが未知の場合の制御手法に適応制御法がある。本論文では，適応制御法の一つであるセルフチューニング法について極配置の観点から理論的考察を行い，その有効性を計算機によるシミュレーションによって確認している。

まず，確定的な外乱と確率的な外乱を同時に受けるようなシステムに対して，その極が2次の特性多項式で与えられるようなセルフチューニング極配置法の統一的な設計法を提案し，未知パラメータの調整則を与え，さらにある条件の下でこれらの調整パラメータが真のパラメータ値に確率収束することを理論的に示している。次に，ある2次の評価規範を最小にするような最小分散を考慮したセルフチューニング極配置アルゴリズムを示し，評価規範に含まれている重み係数と配置された極との関係について詳細な考察を行なっている。

PID制御はプロセス制御系などにおいて広く使われている制御法である。このことを考慮して，極配置の観点からPIDゲインを適応調整するセルフチューニングPID制御系の設計方法を提案している。この方法は，これまで取扱いが困難であったむだ時間の大きいシステムに対して有効と考えられる。

さらに提案したセルフチューニング極配置制御法と従来のセルフチューニング制御法とを計算機シミュレーションによって比較し，いずれも相当の改善結果が得られることを示している。

このように，本論文ではセルフチューニング極配置制御系についての新しい有用な知見を得ており，博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。